

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月 6日

出願番号
Application Number: 特願2002-354509
[ST. 10/C]: [JP2002-354509]

出願人
Applicant(s): セントラル硝子株式会社

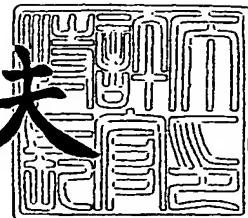
RECEIVED
15 JAN 2004
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 02S1029
【提出日】 平成14年12月 6日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/16
B65B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区神田錦町3丁目7-1 セントラル硝子
株式会社本社内

【氏名】 坂口 茂樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区神田錦町3丁目7-1 セントラル硝子
株式会社本社内

【氏名】 久保田 能徳

【特許出願人】

【識別番号】 000002200

【氏名又は名称】 セントラル硝子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100108671

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 義之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013837

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ増幅器モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光信号の増幅媒体に光増幅ファイバを用い、該光増幅ファイバに励起光を合波して光信号を増幅する光ファイバ増幅器において、少なくとも光信号の入力端子、励起光源、並びに両者を合波する合波フィルタ、合波した光波の出力端子を一個のパッケージに収容し入出力ファイバを備えた励起モジュールと、少なくとも光増幅ファイバを一個のパッケージに収容し、入出力ファイバを備えた増幅ファイバモジュールと、少なくとも増幅された光信号の入力端子、出力端子、光信号の一部を分離するための分配フィルタ、分配された光信号の受光器を一個のパッケージに収容し入出力ファイバを備えたモニターモジュールとから構成され、励起モジュールの出力ファイバと増幅ファイバモジュールの入力ファイバとが接続され、増幅ファイバモジュールの出力ファイバとモニターモジュールの入力ファイバとが接続されてなり、これらのモジュールが一個のパッケージに収容されてなることを特徴とする光ファイバ増幅器。

【請求項2】 励起モジュールにおいて、励起光源、光信号入力端子、合波出力端子の光結合が空間結合されており、これらの内二つの光学素子を結ぶ光軸（主光軸と称する）に対して残りの光学素子の光軸（副光軸と称する）が20度以下の角度で交差しているモジュールであって、この交差点に設置された合波フィルタが誘電体多層膜で構成されていることを特徴とする請求項1記載の励起モジュール。

【請求項3】 励起モジュールにおいて、各光学素子並びに入出力端子は、予めこれらを収容する基材の所定の位置に固定されており、主光軸と副光軸の交差点において交差角に対して半分の角度となる様設置されたフィルタ素子が、主光軸に対して直角方向に微動可能な台座に設置されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の励起モジュール。

【請求項4】 モニターモジュールにおいて、受光器、増幅された光信号の入力端子、出力端子の光結合が空間結合されており、これらの内二つの光学素子を結ぶ光軸（主光軸と称する）に対して残りの光学素子の光軸（副光軸と称する）が

20度以下の角度で交差しているモジュールであって、この交差点に設置された分配フィルタが誘電体多層膜で構成されていることを特徴とする請求項1記載のモニターモジュール。

【請求項5】 モニターモジュールにおいて、各光素子並びに入出力端子は、予めこれらを収容する基材に固定されており、主光軸と副光軸の交差点において交差角に対して半分の角度となる様設置されたフィルタ素子が、主光軸に対して直角方向に微動可能な台座に設置されていることを特徴とする特許請求項1または請求項4記載のモニターモジュール。

【請求項6】 増幅ファイバモジュールが、光増幅ファイバを周回状に巻いたものを、金属と樹脂とが層状に重なるラミネートフィルムで気密シールしたものであることを特徴とする請求項1記載の増幅ファイバモジュール。

【請求項7】 励起モジュール、モニターモジュール、増幅モジュールとがこれを収容するパッケージに対して、その厚さ方向に積層されて収容されてなることを特徴とする特許請求項1記載の光ファイバ増幅器モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光増幅媒体に光増幅ファイバを用いた光ファイバ増幅器において、小型かつ低価格にして高性能な光ファイバ増幅器の構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光ネットワークが中継系からメトロ、アクセス系へと拡大するために小型にして低価格な光ファイバ増幅器が望まれている。

【0003】

従来の光ファイバ増幅器は、光ファイバの最低損失波長帯で光増幅機能を有するEr(エルビウム)添加した光ファイバを増幅媒体として、長距離中継系伝送システムにおいて、高密度波長多重伝送に応用することを目的とした装置であった。これは、多数の波長の光信号を一括して増幅する装置に用いるものであり、高性能、高信頼であるが、高価格であった。

【0004】

光ネットワークが、高密度波長多重伝送を行う長距離中継系から、加入者に対して直接的にかかるメトロ、アクセス系へと拡大するにつれて、光ファイバ増幅器には、中継系とは異なる用途で多量な使用が見込まれている。例えば、ネットワークのノードで特定波長の光信号を別のネットワークに引き落とし、そのネットワークから同一波長の光信号をもとのノードに入力するアドドロップマルチプレクサにおいて光信号の増幅用として多量の使用が見込まれている。そのため、高性能で小型かつ低価格の光ファイバ増幅器の開発が強く望まれていた。これに対して、従来型の光ファイバ増幅器は構造が複雑でアセンブリに多くの手間がかかり、小型低価格化にはとても対応できないものであった。

【0005】

光ファイバ増幅器の基本的構成要素は、光信号の入力ファイバに対して、励起レーザ、励起光を合波して光増幅ファイバに入力するための合波器、増幅された光信号の一部を分岐するためのフィルタ、分岐された光信号をモニターするための受光器である。

【0006】

これに、戻り光を阻止するための光アイソレータ、増幅特性の波長依存性を低減するためのゲイン等価器、励起光やASE光を除去するための分波フィルタ、等が付加されている。

【0007】

従来の光ファイバ増幅器では、励起レーザ、アイソレータ、合分波器等の構成部品は個別部品であり、これらの部品には入出力ファイバが接続されており、増幅器の構成はこれらのファイバを次々と接続して組み立てられるものであった。従って、個別部品を収容するためやファイバの接続点が極めて多いことから接続補強部の収容やファイバ間の余長処理のため、増幅器の小型化は極めて困難であった。また、必然的にアセンブリが煩雑であり、そのため低価格化は殆ど不可能であった。

【0008】

これに対して、内部に、光学部品の一部がそれぞれ搭載されるように相互離隔

して配置され、その外周にEDF (Erbium Doped Fiber)が巻かれ、ネック部材とを具備内部に光ファイバー増幅器が配置できるハウジングが提案されている（特許文献1参照）。しかしながら、光学部品は依然として個別部品であることが示されており、モジュール化が行われていない。そのため、アセンブリ工程は改善されるものの十分にコンパクトに構成することは不可能であった。

【0009】

【特許文献1】

特開平11-103114号公報

【0010】

一方、個別のレンズ等のバルク型部品を用いて空間光結合を利用した光ファイバ増幅器の形成も可能である。しかし、従来はこれらバルク部品の寸法、性能等が十分ではなく、空間結合型では十分な性能の増幅器が得られなかった。しかしながら、近年モールド法による小型レンズの成形技術、光ファイバ先端を直接レンズに成形する研磨技術等、いわゆるマイクロオプティクス技術が発展している。これらは、マイクロレンズ等を用いて光空間結合による技術であり、光送受信モジュール等に実用化されているように、十分成熟した技術である。このようなマイクロオプティクス技術を用い、光増幅媒体に基板上に形成された光導波路による光増幅器を構成する試みもなされている。しかしながら、光増幅用媒体の特性が必ずしも優れたものではないため、これまで実用的なものは開発されていなかった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、光ファイバ増幅器の構成要素をモジュール化し、小型かつ低価格にして高性能となる点を解決した光ファイバ増幅器を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための具体的手段】

本発明は、光信号の増幅媒体に光増幅ファイバを用い、該光増幅ファイバに励起光を合波して光信号を増幅する光ファイバ増幅器において、少なくとも光信号の入力端子、励起光源、並びに両者を合波する合波フィルタ、合波した光波の出

力端子を一個のパッケージに収容し入出力ファイバを備えた励起モジュールと、少なくとも光増幅ファイバを一個のパッケージに収容し、入出力ファイバを備えた増幅ファイバモジュールと、少なくとも増幅された光信号の入力端子、出力端子、光信号の一部を分離するための分配フィルタ、分配された光信号の受光器を一個のパッケージに収容し入出力ファイバを備えたモニターモジュールとから構成され、励起モジュールの出力ファイバと増幅ファイバモジュールの入力ファイバとが接続され、増幅ファイバモジュールの出力ファイバとモニターモジュールの入力ファイバとが接続されてなり、これらのモジュールが一個のパッケージに収容されてなることを特徴とする光ファイバ増幅器である。

【0013】

励起モジュールにおいては、励起光源、光信号入力端子、合波出力端子の光結合が空間結合されており、これらの内二つの光学素子を結ぶ光軸（主光軸と称する）に対して残りの光学素子の光軸（副光軸と称する）が20度以下の角度で交差しているモジュールであって、この交差点に設置された合波フィルタが誘電体多層膜で構成されていることを特徴とするものであり、各光素子並びに入出力端子は、予めこれらを収容する基材の所定の位置に固定されており、主光軸と副光軸の交差点において交差角に対して半分の角度となる様設置されたフィルタ素子が、主光軸に対して直角方向に微動可能な台座に設置されている。

【0014】

また、モニターモジュールにおいては、受光器、増幅された光信号の入力端子、出力端子の光結合が空間結合されており、これらの内二つの光学素子を結ぶ光軸（主光軸と称する）に対して残りの光学素子の光軸（副光軸と称する）が20度以下の角度で交差しており、交差点に設置された分配フィルタが誘電体多層膜で構成されているものであり、各光素子並びに入出力端子は、予めこれらを収容する基材に固定されており、主光軸と副光軸の交差点において交差角に対して半分の角度となる様設置されたフィルタ素子は、主光軸に対して直角方向に微動可能な台座に設置されている。

【0015】

また、増幅ファイバモジュールは、光増幅ファイバを周囲状に巻いたものを、

金属と樹脂とが層状に重なるラミネートフィルムで気密シールしたものであり、これらの励起モジュール、モニターモジュール、増幅モジュールとがこれを収容するパッケージに対して、その厚さ方向に積層されて収容されてなるものであり、小型かつ低価格にして高性能な光ファイバ増幅器モジュールを提供が可能になる。

【0016】

【発明の実施の形態】

光ファイバ増幅器の構成例を図1に示す。基本的構成要素は、光増幅ファイバ(5)、励起光源(4)、励起光合波フィルタ(7)、分配フィルタ(8)、受光器(6)、であり、受光器の信号は、制御電子回路(11)を介して励起光源にフィードバックされる。これらとアイソレータ(9)、ゲイン等価器(10)で構成される。他に励起光やASE光を除去するための分波フィルタ、等が付加されることがある。従来の光ファイバ増幅器では、構成部品は個別部品であり、個別部品それぞれには入出力ファイバが接続されている。アセンブリは各個別部品の入出力ファイバを接続補強してなされる。

【0017】

図2は、光ファイバ増幅器を、励起モジュール(12)、光増幅ファイバモジュール(13)、モニターモジュール(14)、のようにモジュール化したものである。励起、モニターモジュールは空間光結合を採用することにより種々の部品を一個のパッケージに収容している。

【0018】

そのため、モジュールは極めて小型化することができる。アセンブリは励起モジュールの出力ファイバと増幅モジュールの入力ファイバ、増幅モジュールの出力ファイバとモニターモジュールの入力ファイバを接続する。接続の方法は融着が好ましい。即ち、ファイバの接続部は(16a)、(16b)の最低限の2箇所であり、接続箇所とファイバの余長を最小限にすることができる。そのため、本発明による光ファイバ増幅器では、アセンブリが極めて容易であり、パッケージも極めて小型化ができる。

【0019】

図3は、励起モジュールの構成を示したものである。励起LD(4)と出力端子(12d)で主軸を構成し、光信号の入力端子(12e)の光軸を副軸としており、これらの素子はパッケージの予め決められた位置に固定している。主軸と副軸の交差角は16度で、光軸の交差点に合波フィルタ(7)を設置したものであり、フィルタは誘電体多層膜フィルタで構成されている。フィルタは、主軸と直角方向に微動可能な台座に載せてある。台座を主光軸に対して直角方向に微動させることにより、フィルタ面は主軸方向に対しては角度をもっているため、点線で示すように、フィルタ位置が主軸方向と平行に移動する。これによって主軸と副軸との光軸合わせが微調整可能となり、フィルタの位置のみを調整することにより光軸合わせを高精度かつ簡便におこなうことができる。

【0020】

本発明の励起LD(4)では、TOキャンパッケージ品を使うことができる。この場合、光ファイバ増幅器の性能に合わせて最適のLDを用いることが容易になる。即ち、同一のパッケージを用いながら励起LD(4)を変えることにより種々の性能特性を有する光ファイバ増幅器の構成が容易に可能となる。

【0021】

合波フィルタ(7)に誘電体多層膜を用いることにより、従来の溶融ファイバカップラに比べて、損失が同程度であるが、高精度の波長特性の合波が可能となる。また、交差角を20度以下にすることにより偏波依存性をなくすことができる。交差角は小さい方が偏波依存性の低減には有利であるが、パッケージが長くなってしまうので6度以上にとるのが実際的である。この角度以下になると部品と光軸の干渉等が生じやすく、また、パッケージ全長も長くなりやすい。即ち、このように偏波依存性が低く、受信感度等の低減を防止できるため、伝送速度が10Gb/s以上と高速になった場合にも対応が可能となる。

【0022】

モニターモジュールでは、副軸上に光アイソレータ(9)を実装しているが、空間光結合であるためトレンスが大きく実装は容易である。

【0023】

従来、空間結合をベースとし、かつ幾つかの機能を集積した励起モジュールは

なく、本発明によるもののように小型化したものは存在しなかった。これにより、光ファイバ増幅器のアセンブリが著しく容易になった。また、パッケージをハーメチックシールしているため、信頼性がきわめて高い。また、パッケージの外形は20×30×7mm程度と極めて小型に構成できる。

【0024】

図4は、モニターモジュールの構成を示したものである。この例では、受光P D (6)と入力端子(14d)で主軸を構成し、光信号の出力端子(14e)の光軸を副軸としており、これらの素子はパッケージの予め決められた位置に固定している。主軸と副軸の交差角は、たとえば16度であり、光軸の交差点に分配フィルタ(8)を設置したものであり、分配フィルタ(8)は誘電体多層膜である。フィルタは、主軸と直角方向に微動可能な台座に載せてある。台座を主光軸に対して直角方向に微動させることにより、フィルタ面は主軸方向に対しては角度をもっているため、点線で示すように、フィルタ位置が主軸方向と平行に移動する。これによって主軸と副軸と微調な光軸合わせが可能となり、フィルタの位置のみを調整することにより光軸合わせを高精度かつ簡便におこなうことができる。

【0025】

分配フィルタに多層膜を用いることにより、従来の溶融ファイバカップラに比べて、損失が同程度であるが、高精度の波長特性の合波が可能となる。また、交差角を20度以下にすることにより偏波依存性をなくすことができる。即ち、受信感度等の低減を防止できるため、伝送速度が10Gb/s以上と高速になった場合にも対応が可能となる。

【0026】

分配フィルタ(8)が誘電体多層膜で構成されているため、波長特性や透過率の制御性が高精度となり、増幅した光信号の受光P D 6への分配率はcバンド全域で、2+/-0.2%である。

【0027】

従来、空間結合をベースとして、かつ幾つかの機能を集積したモニターモジュールは無く、本発明による実施例のように小型化したものは存在しなかった。こ

れにより、光ファイバ増幅器のアセンブリが著しく容易になった。また、パッケージをハーメチックシールしているため、信頼性はきわめて高い。パッケージの外形は20×30×7mm程度であり極めて小型である。

【0028】

図5は、本発明により構成した光ファイバ増幅器である。ファイバの接続部は励起モジュール（12）と光増幅ファイバモジュール（13）、光増幅ファイバモジュール（13）とモニターモジュール（14）の間の2箇所のみであり、接続箇所とファイバの余長を最小限にすることができる。

【0029】

光増幅モジュール（13）と励起・モニターモジュール（12）、（14）とは積層して配置している。

【0030】

また、光増幅モジュール（13）は、0.5モル%のErを添加した長さ60cmのフッ化物増幅ファイバを周回状に巻いて、これを金属ラミネートフィルムで気密シールしたもの用いている。

【0031】

光増幅ファイバには、シリカ系ファイバでも良いが、より高濃度にErを添加できるフッ化物光ファイバを用いることにより、ファイバの全長を少なくとも10分の1以下で同等の性能が發揮できる。従って、フッ化物光ファイバを用いることによりさらにコンパクト化がはかれる。

【0032】

光増幅モジュール（13）は小型化を図るため、ラミネートフィルムで気密シールした薄いものである。光増幅ファイバもモジュール化して収容しているため、取り扱いが極めて容易であり、本実施例で示したように薄型のパッケージとすることができる。これにより、光増幅モジュールを励起・モニターモジュールと2階建ての方法で収容する事ができるので、光ファイバ増幅器（1）のパッケージの大きさを、厚さを増すことなく平面寸法を低減できる。

【0033】

これによって、光ファイバ増幅器のパッケージ外寸を45×70×12mm程

度とすることことができた。

【0034】

これは、従来のこの種の増幅器に比較して外形寸法が1/5から1/2となつており、著しく小型化が可能となった。

【0035】

また、Cバンド全域にわたって少信号入力に対し、ゲインが20dB以上、また雑音指数5dB以下の性能が得られた。さらに、フッ化物増幅ファイバを用いていることからゲイン等価器を用いることなくCバンド全域でゲイン偏差が2dB以内になった。このように、小型でありながら極めて性能の優れた光ファイバ増幅器が構成できた。

【0036】

【発明の効果】

本発明の方法により、光ファイバ増幅器の構成部品を励起モジュール、光増幅モジュール、モニターモジュールとモジュール化することにより、

1) 光ファイバの接続点が減り、余長処理が減ったことから、組み立てが極めて容易になった。

2) 光ファイバ増幅器の著しい小型化が可能となった。

3) フィルタに誘電体多層膜を使うことにより、

①合分波特性、透過特性の高精度制御が可能となった。

②偏波依存性を低減できた。

4) フィルタを主軸に直角に微動できる台座に載せることにより、副軸の光軸合わせが高精度かつ簡便になった。

5) TOキャンLDを使うことにより増幅器に最適なLDの設定が容易になった。

結果的に、小型かつ低価格にして高性能な光ファイバ増幅器を構成することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、従来の光ファイバ増幅器の構成例である。

実線は光ファイバによる結線を、破線は電気回路による結線を示している。

【図2】

図2は、本発明の光ファイバ増幅器の構成を示す図である。

【図3】

図3は、本発明の励起モジュールの構成を示す図であり（a）は平面図、（b）は側面図である。

【図4】

図4は、本発明のモニターモジュールの構成を示す図であり（a）は平面図、（b）は側面図である。

【図5】

図5は、本発明の光ファイバ増幅器組構成を示す図である。

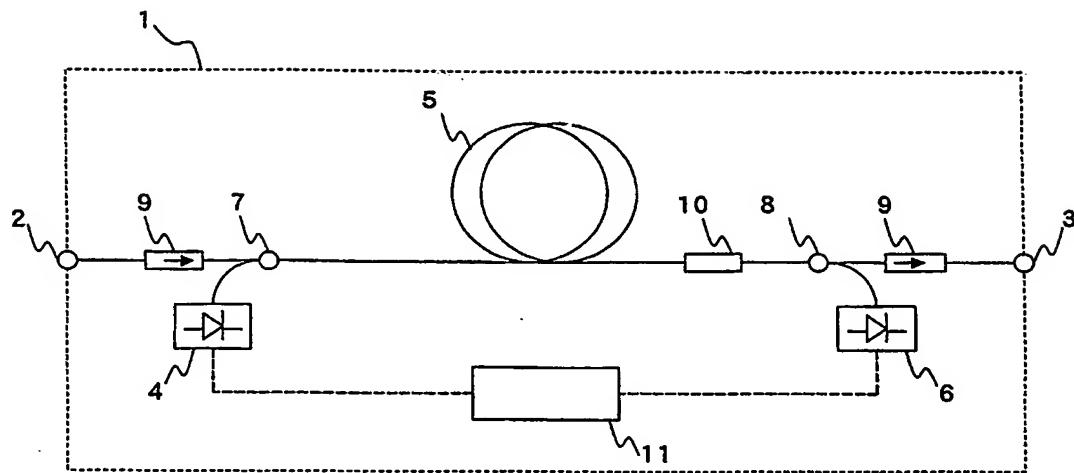
【符号の説明】

- 1 光ファイバ増幅器
- 2 光信号入力端子
- 3 光信号出力端子
- 4 励起LD
- 5 光増幅ファイバ
- 6 受光PD
- 7 合波フィルタ
- 8 分配フィルタ
- 9 光アイソレータ
- 10 ゲイン等価器
- 11 制御電子回路
- 12 励起モジュール
- 12 a レンズ
- 12 b レンズ
- 12 c スリーブ
- 12 d 出力端子
- 12 e 信号入力端子

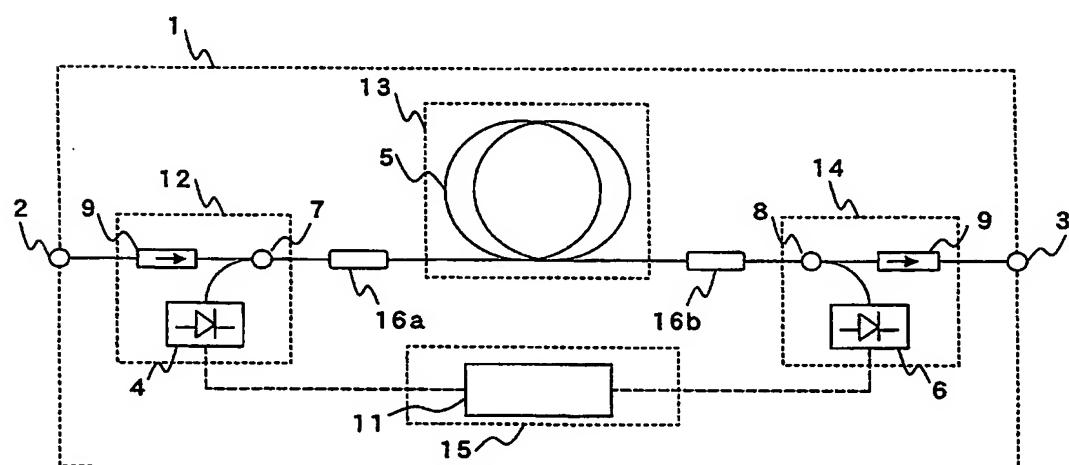
- 1 3 光増幅ファイバモジュール
- 1 4 モニターモジュール
- 1 4 a レンズ
- 1 4 b レンズ
- 1 4 c スリーブ
- 1 4 d 光信号入力端子
- 1 4 e 光信号出力端子
- 1 5 電子モジュール
- 1 6 a、b ファイバ接続部
- 1 7 アセンブリ基板
- 1 8 電気コネクタ

【書類名】 図面

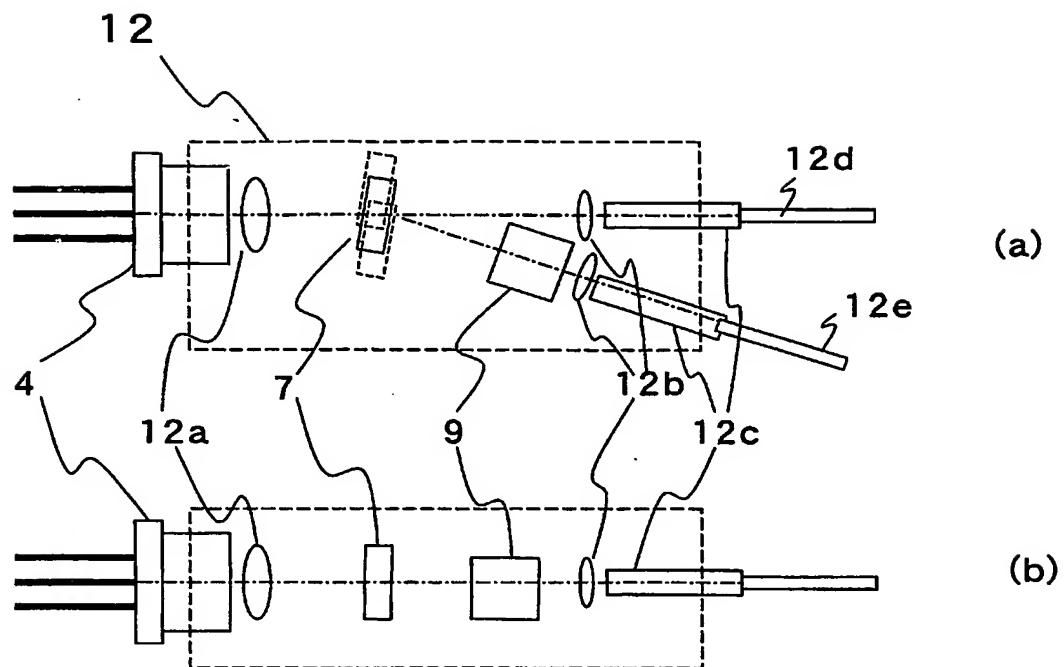
【図 1】



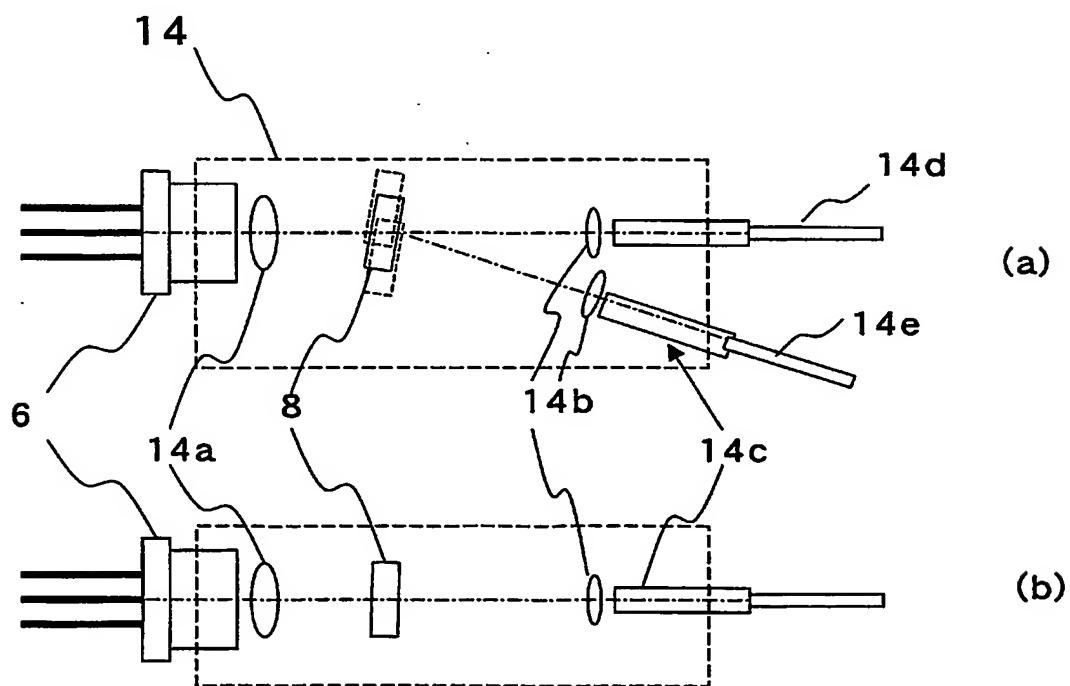
【図 2】



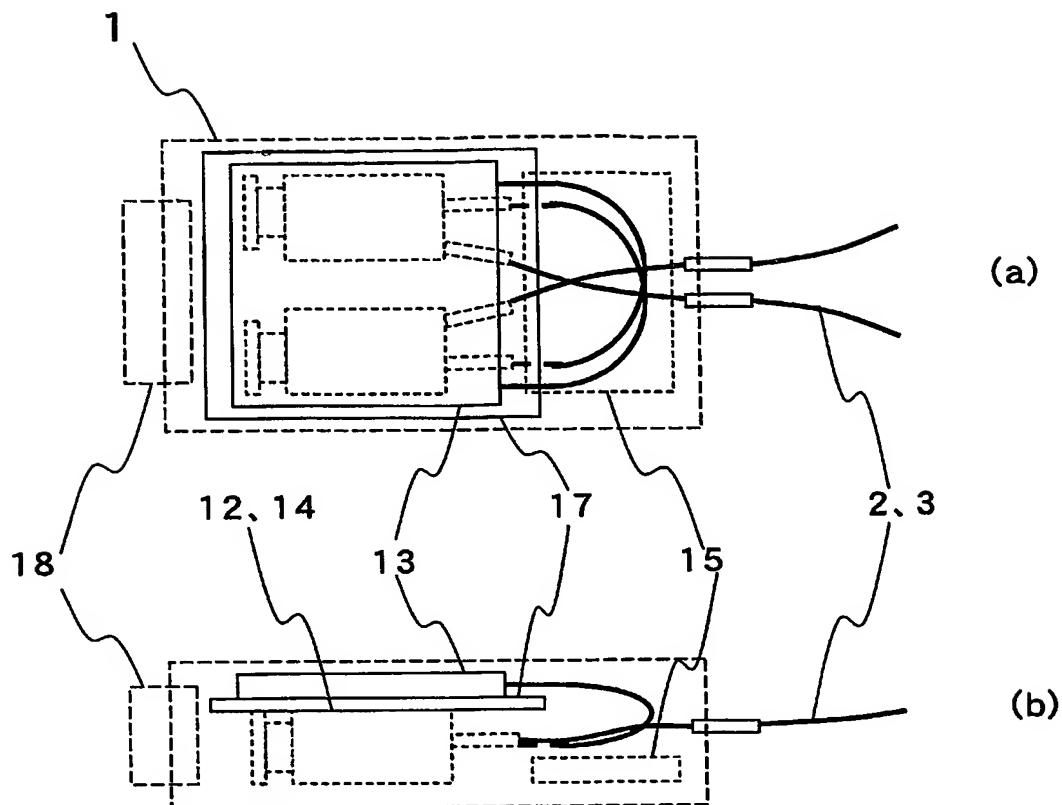
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ファイバ増幅器の構成要素をモジュール化し、小型かつ低価格にして高性能な光ファイバ増幅器を提供することにある。

【解決手段】

光信号を増幅する光ファイバ増幅器において、励起モジュールと、増幅ファイバモジュールと、モニターモジュールとから構成され、励起モジュールの出力ファイバと増幅ファイバモジュールの入力ファイバとが接続され、増幅ファイバモジュールの出力ファイバとモニターモジュールの入力ファイバとが接続されてなり、これらのモジュールをコンパクトに一個のパッケージに収容する。

【選択図】 なし

特願2002-354509

出願人履歴情報

識別番号 [000002200]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住所 山口県宇部市大字沖宇部5253番地
氏名 セントラル硝子株式会社